

지중배전케이블의 PD 검출용 필터 시험 연구

이용성, 김정윤*, 이관우, 최 용성, 박대희
원광대학교, (주)엠파워*

Filter Test for Partial Discharge Detection of Underground Distribution Cables

Yong-Sung Lee, Jung-Yoon Kim*, Kwan-Woo Lee, Yong-Sung Choi and Dae-Hee Park
Wonkwang Univ., M POWER.*

Abstract : To decrease and remove of much noises that is detected in PD (partial discharge) measuring test, we forced on detection of those. We made W-LC filter for measuring PD, which adapted that to field test. We tested after design laboratory circumstances like field line, and then the phase change properties of detected signal in UHF sensor were measured by Lemke Probe and oscilloscope (TDS-3054, Tektronix). Eventually we checked decrement of noises from experimental result. Also from experimental result at the joint box of 22.9[kV] distribution line, we obtained reasonable data which enable noises to decrease. Hereafter those results will be adapted at ultra-high voltage for trouble prevention and on-line cable watch, diagnosis of those.

Key Words : LC Filter, W-LC Filter, HFPD, PD, HFCT.

1. 서 론

증가하는 전력수요로 설비의 초고압화, 대용량화는 국내외의 흐름이다. 국내에서 운용되고 있는 송전선로는 주로 154[kV], 345[kV]이었으나 2001년도까지의 시험선로 운영을 끝으로 765[kV] 전력계통이 상용 운영되고 있다. 도시의 팽창에 따른 송, 배전 케이블은 지중으로 포설되고 있으며, XLPE 케이블이 포설, 접속, 보수 등이 용이하여 수요가 급격히 증가하고 있다[1].

부분방전 검출 시험은 XLPE 전력케이블 결함 진단의 중요한 틀로 이용되고 있다 그러나 현장에서는 전원 노이즈, 코로나 노이즈, 이상 신호 등으로 분석이 어려운 문제를 가지고 있어 노이즈 감소 및 제거 기술은 진단에서 매우 중요하다 [2]. 케이블의 사고 방지를 위한 대안으로 열화진단의 표준 규격인 IEC 60270 방식이 있으나 해당 측정법은 전자 차폐 실험실에서 케이블의 품질 검사의 방법으로 사용이 가능하고, 외부 노이즈에 노출된 현장선로에는 적용이 어렵다[3, 4].

최근에는 IEC 60270 규격의 해결책으로 고주파 부분방전(HFPD; High Frequency Partial Discharge) 검출법이 제시되어 국내·외에서 시험되고 있다[5]. 부분방전이 발생할 때 여러 가지 현상을 수반하는데 UHF 센서 측정법은 방전 펄스 전류, 방사 전자파 등을 검출할 수 있는 센서와 계측기를 사용하여 분석하고 있다[6].

본 논문에서는 각종 노이즈와 부분방전 신호의 주파수 범위를 분석하여 현장 적용이 가능한 고주파 부분방전 신호 통과 필터를 설계 및 시험하였다[7, 8].

2. 실험

2.1 모의 선로 제작

모의 선로는 23[kV] 지중선로와 동일한 케이블을 사용하였다. 종단 처리된 8[m] 케이블과 7[m] 케이블 2개를 23[kV]급 중간 접속함을 사용하여 접속하였다. 모의 선로는 케이블의 종단부와 중간 접속부의 표면에 도전성 불순물 및 스크래치 가공하여 결함을 만들었다. 시험 케이블의 총 길이 15[m]로 제작되었다.

2.2 필터 설계 및 제작

자체 제작한 W-LC 필터는 저주파 노이즈 제거를 목적으로 고주파수 신호 통과필터(HPF; High Pass Filter) 특성으로 설계하였다. 부분방전 측정 시험을 위해서 관련 이론에 의한 노이즈의 주파수 특성을 조사하여 제작 및 시험하였다. 필터는 고전압에 의한 주위의 전자계 영향을 받지 않도록 주회로를 차폐함으로 보호하였다. 부분방전 신호의 필터 반응을 먼저 확인하기 위해 모의 PD신호 발생기인 Calibrator를 사용하여 PD 신호 통과 시험도 하였다.

3. 결과 및 고찰

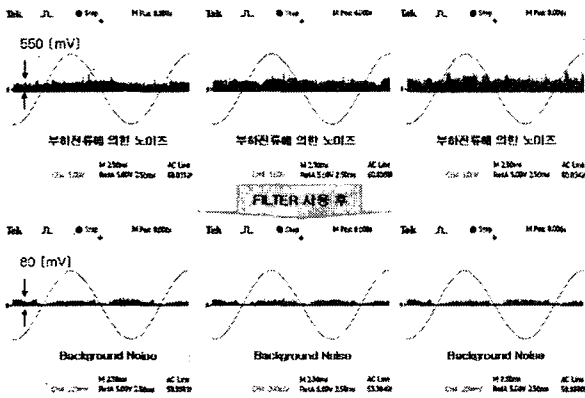
표 1은 자체 제작한 W-LC 필터를 사용하여 노이즈 제거 및 신호 통과 특성을 요약한 것이다. 먼저 모의가공선로에서 필터 사용 전·후를 살펴보면 검출된 부분방전 신호의 최대크기가 40% 감소한 것을 볼 수 있다. 4개의 현장 선로에서 검출된 신

호의 최대크기는 7배에서 10배까지 크게 감소되었다.

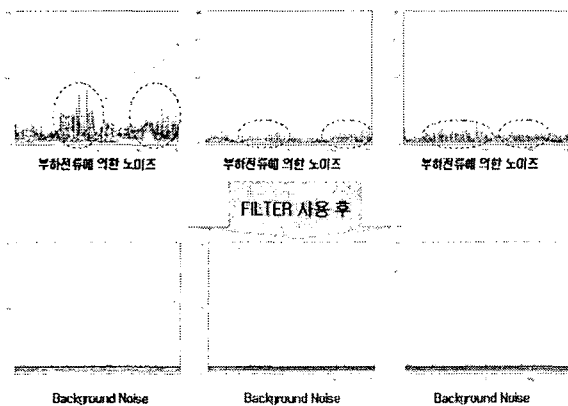
표 1. 필터를 통과 전, 후의 신호변화

선로	필터 사용전 노이즈 크기			필터 사용후 노이즈 크기			비고
	R	S	T	R	S	T	
모의가공 선로	6[V]			3.4[V]			PD신호
A 선로	2.5[V]	1.5[V]	2.4[V]	50 [mV]	150[m V]	100[m V]	노이즈
B 선로	350 [mV]	150[m V]	220[m V]	20 [mV]	18 [mV]	18 [mV]	노이즈
C 선로	400[m V]	200[m V]	200[m V]	16 [mV]	16 [mV]	16 [mV]	노이즈
D 선로	450[m V]	270[m V]	230[m V]	12 [mV]	12 [mV]	12 [mV]	노이즈

그림 1은 필터 사용 전·후의 상태를 보여주고 있다. 필터를 사용한 후에 노이즈의 크기가 감소되었다. 부분방전 신호가 발생되었다면 1/4, 3/4 분면에서 60% 이상의 크기로 부분방전 신호의 패턴을 보여야 하나, 검출 신호 대부분이 크게 줄어든 것을 알 수 있다.



(A) 오실로 스코프를 사용한 측정



(B) ICM을 사용한 측정

그림 1 VCB Panel 종단부

현장 실험에서 22.9[kV] 전력구 및 배전선로에서 발생하는 각종 노이즈는 30[MHz] 이하에서 주로 검출 되었고, 일부 30[MHz] 이상에서 영향을 주는 곳도 있었다. 검출된 노이즈는 주파수가 높아질수록 급격히 감소되는 경향을 볼 수, 있었다. 현장 선로의 종단부에 가까울수록 코로나 노이즈가 크게 검출되었고 30[MHz] 이상에서도 약한 영향을 주었다.

4. 결론

실험실 모의 선로와 현장 선로에서 W-LC필터 특성 시험을 하여 비교 분석시험을 하였다. 실험실에서 임의 결함에 의한 부분방전 신호가 정상적으로 검출되었고, 현장 선로에서 저주파 노이즈가 크게 감소하는 반면에 결함은 발견되지 않았다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부의 지원에 의하여 기초전력연구원 (R-2003-B-274) 주관으로 수행된 과제임

[참고 문헌]

- [1] 황감철, "765[kV] 상압문전에 즙음한 사업추진 현황", 전기 저널 September 2002.
- [2] E. Lemke; H. Elze, W. Weissenberg, "Experience in PD diagnosis tests of HV cable terminations in service using the ultra-wide band PD probing" XIV Symposium, 2003.
- [3] IEC TC 42/149/CDV, draft for IEC 60270 Ed. 3.
- [4] 이진선, "HFPD 부분방전 검출을 이용한 XLPE 전력 케이블 시스템 진단 기술 개발 연구", 한양대학교 박사 학위 논문, 2003.
- [5] 권동진, 진상범, 광희로, "외부 코로나 노이즈를 제거한 내부 부분방전 측정기법", Journal of KIEE, Vol, 15, No.1, 2001.
- [6] 김정태, 이호근, 임윤석, 김지홍, 구자윤, "부분방전 펄스 파형에 대한 TF Map 적용 가능성에 대한 연구", 대한전기학회 추계 학술대회 논문집, pp107~109, 2004.
- [7] Randall W. Rhea, "HF Filter Design and Computer Simulation", pp. 171-214.
- [8] G. Matthaei, L. Young, Microwave Filter Impedance Mathing, "Networks, and Coupling Structure" Artech House., pp. 200-320.